

舗装にひそむ「熱傷」の危険性

学生会員 東京電機大学理工学研究科 相田達也
フェロー会員 元 東京電機大学 松井邦人

1. はじめに

熱傷はその程度に応じてⅠ度、Ⅱ度、Ⅲ度に大別されている(表-1 参照)．Ⅱ度の熱傷では専門医の治療を受けることが必要と言われている．アリゾナでは舗装表面温度が 77.8℃に達する日もあるとのこと．アメリカ南西部や砂漠地帯では舗装で熱傷して入院する事例も報告されており，テレビ局も危険な時期には警鐘をならしている(1)．

本研究は文献(2)に情報に基づき，わが国における舗装による熱傷の危険性を検討するものである．本文献では接触部の温度が 44℃で 6 時間～10 時間で、70℃では約 1 秒でⅡ度の熱傷を受傷すると述べている．接触部の温度が高いほど熱傷の危険性は高まる．

表-1 熱傷の程度と症状

	症状
Ⅰ度熱傷	発赤膨張がある
	痛みがある
	数時間から数日で痕を残さず治る
	通常医療の対象とはならない
Ⅱ度熱傷	皮膚が赤くなる、水泡ができる
	受傷後数時間たって水泡ができることもある
	感染しなければ痕を残さず治る
	浅いもので10日～2週間、深いもので3週間～4週間
Ⅲ度熱傷	皮膚の深いところまで及ぶ熱傷
	受傷部は白くなり、ひどい場合は焦げている
	痛みを感じる神経も死んでいるので、痛みは感じない
	受精部の皮膚は焼け落ちてしまうので、痕を残して治る

アリゾナと比べると低くはあるが，わが国の夏場舗装の表面温度は 60℃を超えることもあるので，舗装で熱傷をする可能性がある．

本研究の目的は，電大校地内の実測データから熱傷する可能性の時間帯が 1 日にどの程度あるのか，さらに，舗装温度推定プログラムを用いて他都市でも舗装表面温度を予測し，わが国の道路にどの程度の危険性が潜んでいるのかを明らかにすることである．

2. 熱傷までの時間

文献(1)によると，Ⅱ度の熱傷は，44℃で接触時間 6 時間以上，51℃までは温度が 1℃上がる接触時間が半分にな，70℃では 1 秒で発生する．これを表-2 にまとめ回帰式を導くと式(1)のようになる．

表-2 接触時間とⅡ度の熱傷までの関係

表面温度(℃)	44	45	46	47	48	49	50	51	70
接触時間(分)	360	180	90	45	22.5	11.2	5.6	2.8	1(秒)

表-2 を回帰式で表すと，

$$Y = \frac{360}{2^{(X-44)}} + \frac{1}{60} \quad \cdots(1)$$

Y…接触時間(分)
X…接触体表面温度(℃)

表-2 の値と回帰式の値をプロットしたものを図-1 に示す．

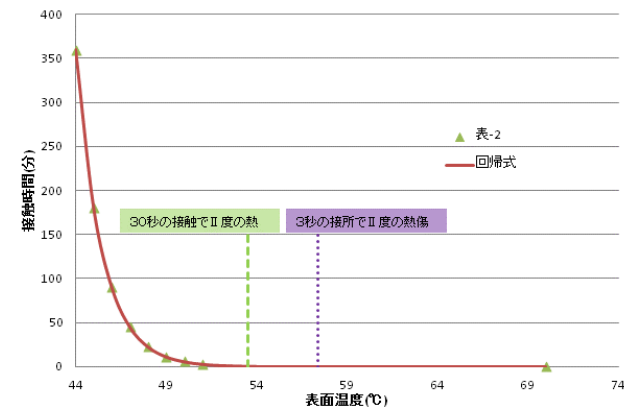


図-1 接触時間と温度の関係

3. 舗装の表面温度

東京電機大学で測定した 2005 年 8 月 7 日の気温と舗装の表面温度を図-2 に記す．接触時間 30 秒と 3 秒はそれぞれ 57.4℃と 53.5℃であり，同図に記した．

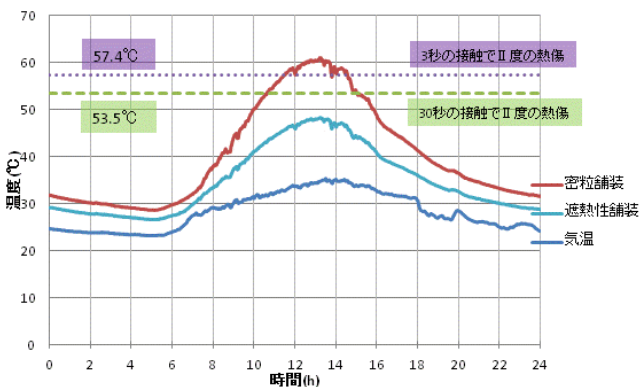


図-2 東京電機大学で測定した気温と表面温度

8 月 7 日の最高気温は 35.1℃，密粒舗装の最高表面温度は 61.1℃であり，30 秒以内にⅡ度熱傷を被る時間幅は約 4.5 時間，3 秒以内では約 3 時間である．遮熱性舗装では，最高表面温度 48.4℃であり，30 秒以内にⅡ度熱傷を被ることはない

東京における気象庁測定データ(2005年8月6日)

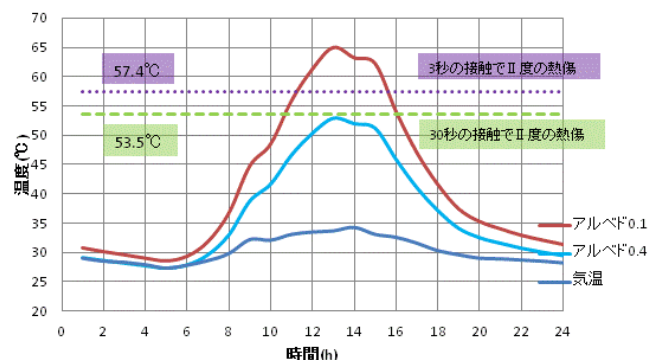


図-3 気象庁のデータ

を用いて舗装の表面温度を推定した。この日の最高気温は 34.3℃であった。密粒舗装と遮熱性舗装を想定して、舗装のアルベドをそれぞれ 0.1 と 0.4 とし、温度解析を行った。密粒舗装では、最高表面温度は 65.1℃、30 秒以内にⅡ度熱傷を被る時間区間は約 5.5 時間、3 秒以内では約 4 時間 20 分である。遮熱性舗装では最高表面温度は 52.8℃であり、30 秒以内にⅡ度熱傷を被ることはない。

4. 危険度の定義

1 日の舗装表面温度において 44℃ 以上から最高温度まで 1℃刻みでその温度を超える時間幅を求め(1)式で求めた時間で除した値を危険度とした。危険度が 1 を超えると熱傷の危険性がある。1 日の最大の危険度をその日の危険度とする。図-3 の表面温度を使用し、危険度を定義した。

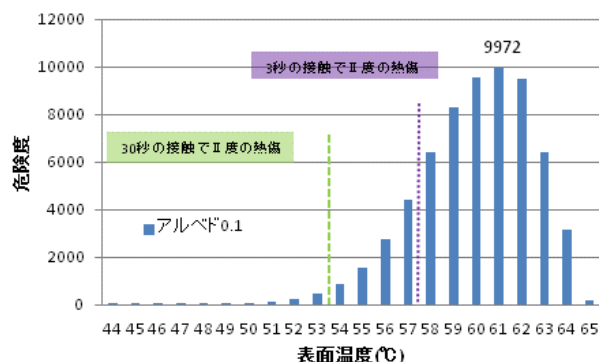


図-4 密粒舗装と危険度の関係

危険度の定義を以下のように行う

$$\text{危険度} = \frac{1 \text{ 日で } X^{\circ}\text{C} \text{ を超える時間長(分)}}{X^{\circ}\text{C} \text{ でⅡ度の熱傷が発生する時間長(分)}}$$

図-3 より、61℃ のとき危険度最大となるので 9972 となる。

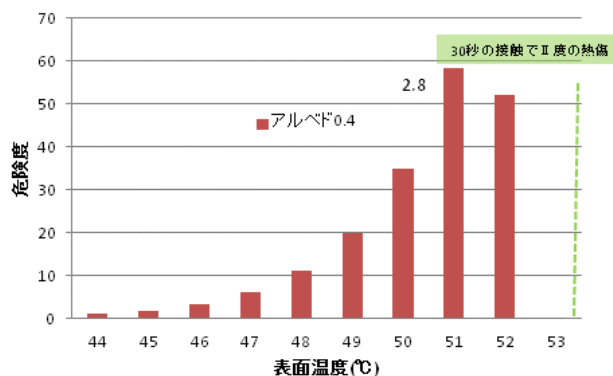


図-5 遮熱性舗装と危険度の関係

アルベドを 0.4 に変化させたときの危険度は 51℃ のとき最大となり 2.832 となる。アルベドを増加することで同日の表面温度及び危険度が減少した。特に危険度においては遮熱性舗装を使用することで大幅に減少している。

5. 解析結果の分析

図 3 から夏場の暑い時期では 3 秒以下でⅡ度の熱傷を受傷してしまう時間は約 4 時間 20 分であり、十分に長い危険な時間帯である。しかし、日頃履物をはかずに舗装道を歩くことはないため危険性が潜んでいることに気付いていない。

一般に成人の歩く速さは時速 4km(秒速 1.11m)であるので、3m 程度歩いただけで 3 秒に達してしまう。その時間帯に素足で道路を横断しようとしたらすると熱傷してしまう可能性が高い。高齢者や幼児の歩く速さはこれよりも遅くなっているのでより注意が必要である。

遮熱性舗装を使用することで表面温度を下げ、危険性を大きく軽減することができる。

東京電機大学で測定した温度では、遮熱性舗装を使用すると表面温度で 12.7℃低減、熱傷を被るまでの時間では 1 秒から 17 分までの延長が見られた。

6. まとめ

道路などの舗装表面でも熱傷を被る可能性があることはあまり知られていない。

夏場の舗装には熱傷の危険性がひそんでいることを認識することがわが身を守る上でも重要である。また、夏場だけでなく 5 月～10 月の間でも熱傷になってしまう温度まで上昇することがある。比較的過ごしやすい季節でも注意が必要である。

7. 参考文献

(1) <http://www.examiner.com/weather-in-jackson/hot-pavement-temperatures-well-over-100-degrees-severely-burns-the-feet-of-phoenix-man-video>

(2) Harrington, W.Z. *et al.*: Pavement temperature and burns: Streets of fire, 26:5 Annals of Emergency Medicine, 26:6, Nov. 1995.